



Prot. int. UFVG2006/106

**Rapporto sulle nuove misure di CO₂ nella galleria drenante Pavone di Vena
(06 Settembre 2006)**

Salvatore Giammanco, Salvatore Consoli

Introduzione

L'intervento è stato effettuato su segnalazione fatta il giorno 30 Agosto 2006 dal Geometra Alletto a S. Giammanco. Secondo quanto riferito dal Geom. Alletto, a partire da quella mattina si stava verificando un forte accumulo di gas all'interno della galleria drenante Pavone ubicata in Contrada Rocca Campana di Vena, tanto da impedirne l'accesso al personale operaio ivi presente quotidianamente. Tale fenomeno risultava simile a quello segnalato nel Novembre 2005, a seguito del quale si era effettuato un precedente intervento (vedasi rapporto interno UFVG2005/115).

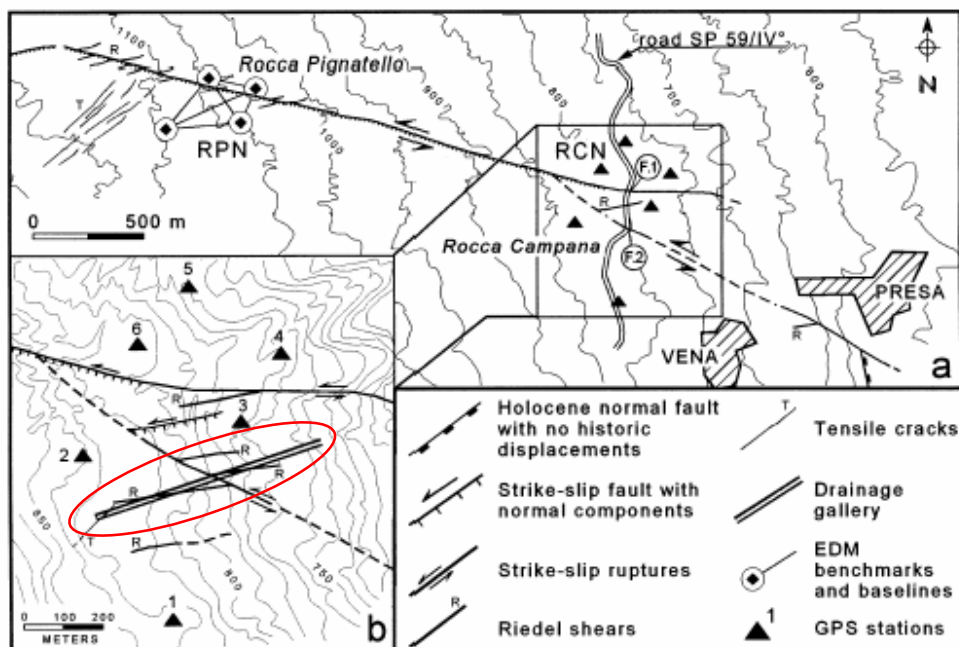


Fig. 1: Schema strutturale dell'area dove è ubicata la galleria Pavone sul versante NE dell'Etna (tratto da Azzaro et al., 2001). La galleria in esame è indicata come *Drainage gallery* in legenda ed è evidenziata dall'ellisse rossa nel riquadro b). Si notano le diverse fratture che interessano la galleria causate dal movimento della faglia della Pernicana.

Giorno 6 Settembre 2006 ci siamo quindi recati presso la galleria suddetta per effettuare misure di concentrazione di CO₂ in aria al suo interno e verificare l'eventuale presenza di tenori anomali di questo gas.

La galleria drenante Pavone è ubicata poco a NW di Vena ed è attraversata da uno dei rami della faglia della Pernicana (Figura 1), laddove essa si divide in varie *splay-faults* (Azzaro et al., 2001). La galleria è lunga circa 1 km e drena circa 700 L/s di acqua proveniente da una vasta falda che interessa il settore NE del vulcano. Recentemente si sono intrapresi lavori di allungamento della galleria, lavori che sono tuttora in corso.

Le misure di concentrazione di CO₂ sono state effettuate utilizzando lo spettrofotometro IR mod. EGM-4 della PPSystems in dotazione all'INGV di Catania; lo spettrofotometro è stato predisposto in modalità statica, ossia non utilizzando la camera di accumulo per il flusso di CO₂ dal suolo ma misurando in tempo reale la concentrazione diretta di CO₂ in aria mediante utilizzo della pompa interna allo strumento. Le misure sono state effettuate tenendo lo strumento ad un'altezza di circa 1.5 m dal suolo e occasionalmente anche al livello del suolo per confronto.

Risultati

Già all'esterno della galleria la concentrazione di CO₂ misurata in aria è risultata molto superiore rispetto alla concentrazione media dell'atmosfera (circa 400 ppm, ossia 0.04 %). Nel dettaglio, a circa 5 metri dall'ingresso della galleria, la concentrazione di CO₂ ad altezza di 1.5 m risultava di circa 2.1 %, e per scendere a valori di 0.04 % è stato necessario allontanarsi fino a circa 30 m dall'ingresso.

All'ingresso galleria la concentrazione di CO₂ è stata pari al 3.2 % (32000 ppm), e percorrendo la galleria fino a circa 600 m dall'ingresso si è riscontrato che la concentrazione di CO₂ in aria è andata progressivamente aumentando fino ad un massimo di 3.92 % a 400 m di percorso. Proseguendo oltre, i tenori di CO₂ hanno mostrato un decremento fino al 3.45 % a fine percorso. Durante varie soste lungo il cammino la concentrazione di CO₂ è risultata sempre leggermente più alta al livello del pavimento rispetto ad 1.5 m di altezza (come da attendersi da un gas più pesante dell'aria). Inoltre, analoghe concentrazioni di gas sono state misurate nell'aria in corrispondenza dei collegamenti tra la galleria principale ed una galleria secondaria ad essa parallela, segno che il fenomeno esalativo è presente in entrambe le gallerie.

In tre punti lungo il percorso effettuato, precisamente a circa 450 m, circa 520 m e a circa 550 m dall'ingresso, sono state effettuate misure di concentrazione di CO₂ in fratture visibili nel rivestimento cementizio della galleria da cui fuoriusciva un flusso di gas chiaramente percettibile. Nel punto ubicato a circa 450 m, la misura è stata fatta all'uscita di un tubo posto nel soffitto della galleria in corrispondenza di una frattura non visibile. Nello stesso sito è stata effettuata anche una misura di portata di gas, utilizzando un apposito strumento portatile. I valori di concentrazione misurati in questi punti sono risultati, rispettivamente, pari a 0.22 %, 1.7 % e 1.25 %. La portata di gas misurata all'uscita del tubo nel primo punto di frattura è risultata pari a 4.5 ml/min.

Altre misure di concentrazione di CO₂ sono state effettuate entro un casotto posto fuori la galleria e destinato a bottino di presa dell'acqua drenata dalla galleria. Anche in questo locale, non dotato di finestre né di sistemi di aerazione, sono state riscontrate concentrazioni di gas simili a quelle entro la galleria.

Sulla base delle informazioni fornite dal capo-cantiere, è stato confermato che il fenomeno è iniziato tra il 29 ed il 30 Agosto, e che nei primissimi giorni gli operai non sono stati in grado di entrare nelle gallerie a causa del fastidio accusato nel respirare l'aria interna, esattamente come già avvenuto a Novembre 2005. Ci è stato altresì ribadito che i fenomeni di emissione gassosa all'interno della galleria non si erano mai verificati fino al 2002, quando il terremoto del 27 Ottobre ha mosso la faglia della Pernicana e le strutture ad essa connesse provocando parecchi danni alla struttura della galleria.

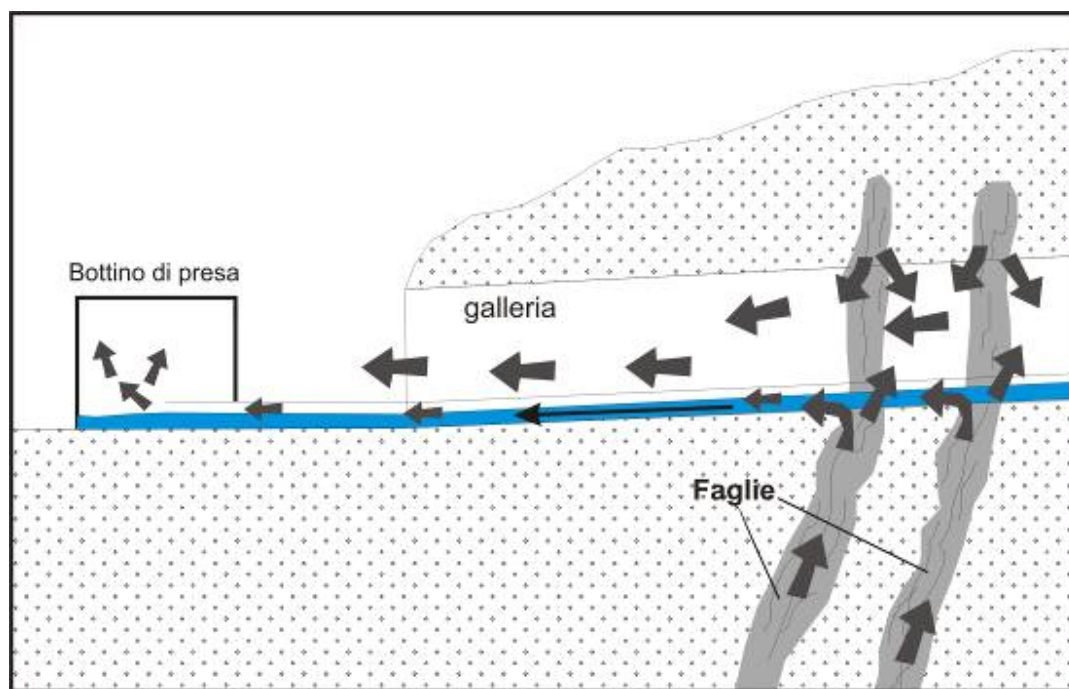


Fig. 2: Sezione schematica della galleria Pavone in cui si evidenzia il meccanismo di rilascio di CO₂ (freccie grigio-scuro) attraverso le fratture legate alla faglia della Pernicana e faglie connesse (aree grigio-chiaro). Lo spostamento dell'acqua al fondo della galleria (evidenziato dalla freccia nera; l'acqua è indicata in azzurro) trascina in parte la CO₂ verso l'esterno e verso il bottino di presa, dove si accumula.

Considerazioni conclusive

I limiti di concentrazione di CO₂ in aria consentiti in ambiente di lavoro sono di 5000 ppm (0.5 %) per un'esposizione di 8 ore, e del 3 % per esposizioni fino a non più di 15 minuti. La concentrazione di CO₂ rilevata entro la galleria Pavone nel giorno del nostro sopralluogo supera dunque di gran lunga i limiti consentiti, creando situazioni di rischio elevato per la salute umana (va sottolineato che attualmente gli operai lavorano regolarmente in galleria per circa 8 ore al giorno).

Da quanto osservato risulta chiaro che l'origine del fenomeno sembra essere il rilascio di CO₂ di origine magmatica attraverso le fratture provocate dal movimento del sistema della faglia della Pernicana e sue faglie coniugate (Figura 2). Il flusso di CO₂ emesso attraverso queste fratture è evidentemente sufficiente per sostenere una concentrazione media del 3.5 % almeno nel volume di aria relativo al tratto di galleria ispezionato, stimabile approssimativamente in 2000 m³, considerando una sezione di galleria media pari a circa 3.5 m² per una lunghezza di 600 m. A questo volume ne andrebbe aggiunto uno almeno altrettanto grande relativo alla galleria secondaria. La relativa diminuzione dei tenori di CO₂ nella galleria a monte delle fratture con emissione di gas è giustificata dal trascinamento della CO₂ verso valle da parte dell'acqua che scorre al fondo della galleria, il cui flusso è di molte centinaia di litri al secondo.

Il forte e repentino aumento di emissione di CO₂ attraverso le fratture della galleria osservato tra il 29 ed il 30 Agosto potrebbe essere dovuto sia a fattori puramente tettonici, quali essenzialmente l'aumento di permeabilità delle rocce per via di nuovi forti stress tettonici, oppure ad un aumento del rilascio di CO₂ da parte del vulcano. Questo ultimo caso sembra essere quello più probabile, in quanto il forte degassamento di CO₂ descritto è iniziato circa 24 ore prima dell'inizio dell'attività esplosiva, e successivamente anche effusiva, avvenuto al cratere di Sud-Est il 31 Agosto, dopo più di un mese di assenza di attività. Se ciò è vero, la galleria Pavone di Vena assumerebbe una notevole importanza strategica nella sorveglianza geochimica dell'attività dell'Etna. L'installazione in tale sito di strumenti atti a misurare in continuo la concentrazione di CO₂ all'interno della galleria potrebbe quindi servire sia ad indicare al personale operante in galleria il raggiungimento di livelli di accumulo di tale gas pericolosi per la salute, sia a fornire dati scientifici utili al monitoraggio dell'attività dell'Etna.

Bibliografia

Giammanco, S., Condarelli, M., 2005. Rapporto sulle misure di CO₂ nella galleria drenante Pavone di Vena (25 Novembre 2005). Rapporto UFVG2005/115.